云 南 植 物 研 究 8（4）：436—440，1986
Acta Botanica Yunnanica

四福花花部解剖及维管系统的研究

梁汉兴　　张香兰

（中国科学院昆明植物研究所）

摘要 对四福花（*Tetradoxa omeiensis*）花部进行了详细的解剖观察。其花部整齐，较少特化，维管系统愈合程度较五福花低。其萼与花冠同数，比率始终为1。我们认为四福花应居于科内原始位置。此外，四福花作为一个原始类型，有助于说明五福花"萼与花冠"的本质及演化的可能途径。

关键词 四福花（五福花科）；花部解剖

由于五福花*Adoxa moschatellina* L. 花基数变化比较复杂，萼裂片及花冠裂片出现各种不同比率，因而对其花部结构的本质及来源认识很不一致，曾有过各种关于"萼与花冠"的形态学解释被提出，至今未完全得到统一[1－8]。八十年代初期四福花（*Tetradoxa omeiensis* (Hara) C. Y. Wu）的发现，为进一步研究这个问题提供了新的素材。本工作基于对四福花花部维管束的详细观察及与五福花花部形态资料[5]的比较，希望能有助于澄清在"萼与花冠"本质问题上长期以来的异议，并为科及科下进化系统的研究提供形态学的依据。

材料与方法

供试材料于1983年和1985年两次采自四川省峨眉山海拔2300米处。于花期选择完全开放的花朵，固定于FAA中，乙醇系列脱水，石蜡包埋，切片厚10微米。PAS-苏木精-桔红G染色。根据三个面上的连续切片（横切面，过花冠心皮背束及胚珠纵切面；过花萼及雄蕊纵切面）得到对四福花花部结构及维管系统的一个全面认识。在显微照相的基础上按比例绘制了花部维管系统图（图1）。

观 察 结 果

1.四福花的花部解剖

花四数，极罕见3数、5数，萼裂片与花冠裂片的比率始终为1。具长花梗，花部

本文于1986年1月4日收到。

本工作承蒙吴征镒教授指导，特致谢忱。

整齐，花公式可描述为：$*K_{(4)}; C_{(4)}; A_4; \overline{G}_{(4)}$（图版Ⅰ 1、2）。其各部解剖特征分述如下：

花萼　基部与心皮合生成盘状。4个萼裂片发生于同一平面，其结构特点是远轴面的表皮下具有特别发达的腔隙，上下表皮均具气孔，叶肉细胞较疏松，每一萼片有一束维管束。

花冠　四裂花冠基部愈合，花冠管长仅70微米左右。花冠由表皮，叶肉和维管束三部份组成。上表皮细胞扁平排列整齐，具有较密集的乳突状气孔，气孔由一对外突的保卫细胞构成，孔下有一小腔室，由一圈小型、排列成环状的细胞围绕（图版Ⅰ，6），下表皮细胞较大、不整齐，无气孔结构。叶肉组织由大型薄壁细胞构成，在叶肉组织中间，靠近上表皮处有单条维管束一直达到裂片尖端。每一裂片基部有1—5个指状腺体，它们由表皮发生，与花冠维管束无直接联系，一般由20多个细胞构成，细胞质较浓厚（图版Ⅰ，7）。

雄蕊　4枚雄蕊着生在花冠管上与裂片互生，花丝上部约1/4处纵裂为2，略呈T形，末端各具一盾形花药。花丝内部一束维管束，上部也分为2叉，分别通向两个单室花药（图版Ⅰ，4）。成熟花药的药室内壁显著，药室向外纵裂（图版Ⅰ，3）。

雌蕊　4枚心皮下部愈合，子房4室，中轴胎座，每室具一枚悬垂倒生胚珠。胚珠具单珠被，薄珠心。子房下部的1/2与花盘合生，为半下位子房。花柱上部分离，内侧有与通道细胞相似的结构(图版Ⅰ，12)，而下部合生部位中部细胞疏松有类似引导组织的结构（图版Ⅰ,11)，因此可能是间于开放型与闭合型之间的一种花柱，这一点还需作深入一步的观察。

2.四福花的花部维管系统

四福花花部整齐、对称，维管系统变异很小。花梗顶部为四束维管束，在进入花托的部位，每一束维管束分出一个萼片迹，随后又分出一个花瓣迹（图版Ⅰ，13）。每个萼片束终止于花盘边缘，不再延伸到萼裂片中去（图版Ⅰ，14）。四个花瓣束沿花冠裂片正中靠近上表皮的位置一直延伸到四个花冠裂片的尖端。花瓣束结构单一，无分枝。四束中央束在子房基部分出四个心皮背束，它们与花瓣束有一小段连合，但在子房腔底部即分离开（图版Ⅰ，10）沿心皮脊上升（图1，12A）。四个较细的心皮侧束在与背束差不多高的水平上从萼片束分离出来，沿胎座外缘向上延伸（图1，12B），四个中央束沿中轴胎座向上，在子房中部分为两枝，其一进入胚珠，形成4个胚珠束（图1，7），另外4束为心皮腹束，它们沿4个心皮间的胎座组织向外延伸，然后在较胚珠束稍高的位置与4心皮侧束会合（图1，6—8）。会合后每一束又向两侧一分为二，继续向子房顶部上升，两两分别与4个心皮背束会合，然后进入花柱，延伸到柱头（图1，12A，12B）。雄蕊束与萼片束在花盘边缘分离，上升到花冠管，再进入花丝，最后分为二叉，分别进入二花药。

讨　论

1.关于四福花在科下的系统位置，吴征镒（1981）曾作过全面的论证[1，2]。根据

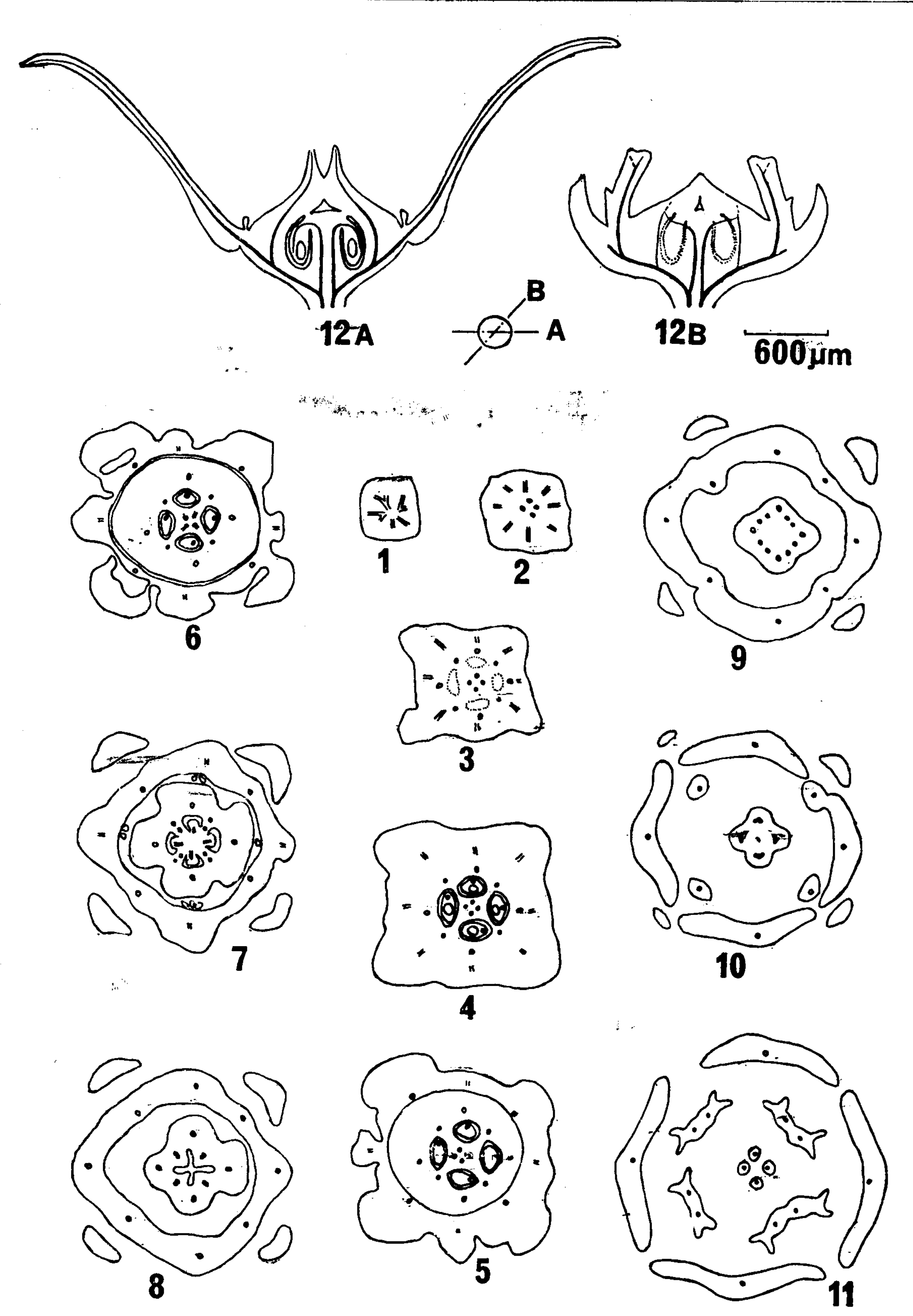


图1.四福花（*Tetradoxa omeiensis*）花部维管系统图

12A，12B 四福花两个不同方向纵切面。1—11.四福花不同水平的横切面。

Fig.1 Floral Vascularization of *Tetradoxa omeiensis*

12A, 12B, Longitudinal sections of a flower in different directions. 1-11. Cross section of a flower in different levels.

对四福花花部结构和维管系统的详细观察，我们提出以下补充论据：四福花花部维管系统各脉束间的愈合程度较五福花低，最明显的是前者的萼片束与花瓣束在进入花盘之前的较低水平就彼此分离为独立的分枝（图版Ⅰ，13），而后者的花瓣束常与萼片束愈合，直至较高的水平才分离[5]。同样，四福花的中央胎座束分离（图版Ⅰ，7，8），而五福花合为一体[5]。以上特征说明四福花花部维管系统更接近于枝条的变型，亦即反映了它在进化上的原始性状。此外，四福花花部整齐，较少特化，而五福花花部变化复杂，种内分化明显，这些都进一步证明四福花在科下居于原始位置。

2.对于五福花科植物萼与花冠本质及来源问题上存在着不同看法。比较早期的作者认为五福花的外裂片是总苞和苞片，内裂片是花冠（Eichlen，1875）或花萼（Drude，1884）。Sprague(1927)支持"总苞-萼"假说，他认为花的外轮总苞数的增减无相关性，相应的五福花的外轮与内轮在数目变化上也无相关性。后来Martinovsky（1931）和Fukuoka（1974)等主张"萼-花冠"假说，认为五福花内外轮花被在数目上的变化虽然复杂，但仍可找到相关性。Martinovsky假设五福花是起源于2数花[7]，而Fukuoka则认为可能起源于3数花[5]，通过萼片与花冠的不同方式的分裂和融合（或简化），从而产生了现代的五福花。我们在对四福花进行研究的过程中发现了一些相当有趣的事实。在我们所观察过的43朵小花中，有41朵（占93%）为4数($K_{(4)}$; $C_{(4)}$; A_4; $\underline{\overline{G}}_{(4)}$)，有一朵为3数($K_{(3)}$; $C_{(3)}$; A_3; $\underline{\overline{G}}_{(3)}$)，另一朵处于花序的基部的小花，其基部的花萼花冠是4数，上部是5数。在一朵花中清楚地看到一个萼片和一个花冠裂片分裂为二，并在二花冠裂片之间产生雄蕊，心皮数是5。这就是说在这一朵花的花芽分化过程中，花基数由外向内，从4到5发生了变异，最后发育为一朵5数花($K_{(5)}$; $C_{(5)}$; A_5; $\underline{\overline{G}}_{(5)}$)。以上事实说明两点：第一，四福花花部整齐、同数、萼与花冠数的比率始终为1；第二，四福花的花基数是稳定的，但同时也在演变。四福花的发现为我们在五福花科植物的原始类群中找到一个代表，它足以提供证据帮助我们去探求五福花科植物的演化关系。我们设想五福花科植物的祖先很可能是起源于4数花。原始类群中的一部份，居住在类似原有生境的最适条件下，成为残存下来的最原始的类群——四福花；其中另一部分在不断占领与适应广大北半球温带和寒冷新环境的过程中发了变异和分化，生产了现代五福花的祖先。在花部结构上，它们通过萼片与花冠的分裂从4数变为5数（少数6数），类似我们在现代原始类型四福花中实际看到的从4到5的演变。如前所述，它们也可以通过萼和花冠的愈合由4数变为3数（或者2数）。我们可以推论：在五福花的祖先中，起初花萼、花冠的变异是同数的，逐渐地才演变到不同数的变异，表现出和同现代五福花不完全相关的情形。从现代五福花的花部结构来看，顶花在演化过程中变异小于侧花，它的基数除萼片简化为2数外，保留了4数的特点。此外，外轮的变异大于内轮，但其本质：外轮——花萼，内轮——花冠，应该是毫无疑义的。

参 考 文 献

〔1〕 吴征镒、吴珍兰、黄荣福，1981：植物分类学报，19(2)：203—210。

〔2〕 吴征镒，1981：云南植物研究，3(4):383—388.
〔3〕 Drude, O. 1884: *Bot. Jahrb*.441—447.
〔4〕 Eichler, A. W. 1875: Caprifoliaceae in Blumendiagramme 1 : 265—274. Leipzig.
〔5〕 Fuku oka, N. 1974: *Acta Phytotax.Geobot*. 26: 65—75.
〔6〕 Hara, H. 1981: *J. Jap. Bot*.56(9): 271—274.
〔7〕 Martinovsky, J. O. 1931: *Österr. Bot. Zeitschr*. 80: 250—264.
〔8〕 Sprague, T. A. 1927: *J. Linn, Soc. Bot*. 47: 471—487.

FLORAL ANATOMY OF TETRADOXA OMEIENSIS

Liang Hanxing and Zhang Xianglan

(Kunming Institute of Botany, Academia Sinica)

Abstract The flower of the new genus *Tetradoxa* (Adoxaceae) has been studied in detail. Its flower is almost 4merous. On rare occasions it is 3-merous or 5-merous. Their numerical ratio of calyx- and corolla- lobes is always equal to one. The variations of the flower parts are not frequency like *Adoxa*. It is no doubt that the outer lobes are calyxes and the inner lober are corollas. The bundle fusion in the vasculariation of the flower in *Tetradoxa* is less than that in *Adoxa*. In our opinion, *Tetradoxa* is stayed on a original position in the infrafamiliar evolution.

Key words *Tetradoxa omeiensis* (Adoxaceae) ; Floral anatomy.

图版 I 说明

1—2、四福花的小花。×8 3—4.雄蕊的横切面和纵切面，示花丝和花药×58 5.萼片横切面,示上、下表皮的气孔。×115 6.花瓣横切面、示乳突状气孔。×230 7.蜜腺纵切面。×150 8—9.子房纵切面，示分离的中央束×23 10.子房纵切面，示已分离的心皮背束。×23 11.花柱基部横切。×58 12.花柱上部横切。×58 13.花托基部横切，示4个萼片束和4个花瓣束。×58 14.花中部横切，示萼裂片中无维管束。×58

Plate I explanation

1-2. The flower of Tetradoxa omeiensis. ×8 3-4.Cross and longitudinal section of stamen, showing filament and anthers. ×58 5. Cross section of calyx-lobe, showing the stomata on both sides, ×115 6. Cross section of corolla, showing the papillate stomata. ×23 7. Longitudinal section of nectary. ×150 8-9. Longitudinal section of ovary, showing the separating central bundles. ×23 10.Longitudingnal section of ovary, showing the dorsal bundle is separated. ×23 11. Cross section at base of style. ×58 12. Cross section at top of style. ×58 13. Cross section at base of recepticle, showing four calyx bundles and four corolla bundles. ×58 14. Cross section at the middle level of flower, showing the calyx is not supplied by any bundle. ×58